

**На правах рукописи**

Патракова Гюзель Рамиловна

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА КРУПНЫХ ГОРОДОВ  
(на примере г. Нижнекамска)**

Специальность: 25.00.36 – «Геоэкология»

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата географических наук

Казань 2004

Работа выполнена в Казанском государственном университете на кафедре метеорологии, климатологии и экологии атмосферы

**Научный руководитель:** доктор географических наук, профессор  
Переведенцев Юрий Петрович

**Официальные оппоненты:** доктор географических наук, профессор  
Торсуев Николай Павлович

доктор географических наук, профессор  
Френкель Марат Ошерович

**Ведущая организация:** Государственное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования «Пермский государственный  
университет»

Защита диссертации состоится 28 октября в 15.00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.081.20 в Казанском государственном университете по адресу: Казань, ул. Кремлевская, 18, корп. 2, ауд. 1512.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского Казанского государственного университета.

Автореферат разослан " 27 " сентября 2004г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим отправлять по адресу: 420008, ул. Кремлевская, 18, КГУ, географический факультет, ученому секретарю совета.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
кандидат географических наук, доцент

Ю.Г.Хабутдинов

Подписано в печать 20.09.2004  
Тираж 100 экз. Заказ № 69-04. Бумага офсетная.  
Отпечатано в лаборатории офсетной печати НФ ИЭУ и П  
Объем 1,25 п.л.  
423550, г. Нижнекамск, ул.Юности, 25  
тел. (8555) 31-88-56

Актуальные проблемы гуманитарных и профессиональных знаний: Сб. ст.—Нижнекамск, 2003.—С. 35-44.

7. Патракова Г.Р. Оценка загрязнения атмосферы города Нижнекамска выбросами автотранспорта / Г.Р. Патракова // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии.—2003. — № 4. — С. 29-36.
8. Патракова Г.Р. Метеорологические аспекты загрязнения воздушной среды Нижнекамского района / Г.Р.Патракова // Инновационные процессы в области образования, науки и производства: Сб. ст. — Нижнекамск, 2004.—С. 195-198.
9. Патракова Г.Р., Мунипов Р.М. Комплексная оценка состояния здоровья населения города Нижнекамска / Г.Р. Патракова, Р.М. Мунипов // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии.—2004.—№ 3.—С. 46.

## Общая характеристика работы

### Актуальность работы.

Многогранная хозяйственная деятельность общества, как известно, сопровождается увеличением нагрузки на окружающую среду (ОС), отражаясь практически на всех ее компонентах. Атмосферный воздух является наиболее важным компонентом, неотъемлемой частью среды обитания человека. Высокая концентрация загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе урбоэкосистем наносит серьезный вред здоровью населения, значительный ущерб сельскому и лесному хозяйству, промышленности, техническим сооружениям, жилым зданиям, историческим памятникам. В настоящее время экологическое неблагополучие отмечается практически во всех городах и промышленно развитых центрах всей Европейской территории России, где сложная экологическая обстановка говорит о необходимости изучения и оценки негативных последствий антропогенного воздействия с целью предотвращения или уменьшения ущерба народному хозяйству и вреда здоровью населения. Изучение этой проблемы и поиск путей её разрешения в каждом городе Российской Федерации (РФ), бесспорно, актуальная задача обеспечения устойчивого развития.

Нижнекамск—один из крупнейших нефтехимических центров как Поволжского Федерального округа, как и всей РФ. По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации», данная урбоэкосистема в последние годы вошла в перечень городов России с очень высоким уровнем загрязнения воздуха. Это обусловлено ростом техногенного воздействия и недостаточной эффективностью природоохранных мероприятий.

В тоже время в 2002 и 2004 гг. Нижнекамск признавался наиболее благоустроенным городом Российской Федерации. В городе действительно очень много делается для создания комфортности жизни населения, озеленение, улучшения покрытия дорог и санитарного состояния дворов и жилых массивов в целом. Вместе с тем качественное состояние атмосферного воздуха оставляет желать лучшего. Этому вопросу и посвящено данное исследование.

Актуальность исследования определяется тем, что г. Нижнекамск вследствие особенностей его природной (естественно-исторической) обстановки и специфики загрязнения, является типичным для целого ряда урбоэкосистем востока ЕТР (Стерлитамак, Сызрань, Дзержинск, Соликамск, Новокуйбышевск, Новочебоксарск, Ухта, Салават, Ишимбай, Кстово), в структуре промышленности которых доминируют предприятия химической и нефтехимической отрасли, а циркуляционные процессы и рельеф определяют степень загрязнения нижней тропосферы.

Целью работы является анализ и оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Нижнекамска стационарными и передвижными источниками загрязнения и влияния метеорологических факторов, топографических особенностей местности на рассеивание вредных выбросов, а также эколого-географическое районирование города и прилегающих к нему территорий по

уровню загрязнения атмосферного воздуха. В ходе работы последовательно решались следующие **задачи**:

- сбор и систематизация исходной информации о состоянии атмосферного воздуха г. Нижнекамска;
- создание геоинформационной системы, позволяющей на основе электронной базы данных автоматизировать процесс расчета загрязнения атмосферного воздуха города и смежных территорий одноименного административного района, с последующей их пространственной визуализацией;
- исследование роли метеорологических условий в формировании загрязнения атмосферного воздуха г. Нижнекамска;
- анализ и оценка выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух предприятиями различных отраслей г. Нижнекамска;
- анализ и оценка загрязнения воздушного бассейна города передвижными источниками;
- внедрение расчетных методов для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами промышленных предприятий и автотранспорта;
- анализ состояния здоровья детского населения, объективно отражающего негативную роль окружающей среды и, прежде всего, атмосферного загрязнения.

**Объектом исследования** является современное состояние воздушного бассейна крупного города, выбросы и изменчивость концентраций загрязняющих веществ (ЗВ).

**Предметом исследования** являются метеорологические и антропогенные процессы и факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха г. Нижнекамска, его территориальную дифференциацию, анализ состояния здоровья населения урбоэкосистемы, в первую очередь детского.

В качестве **исходного материала** использовалась информация Государственной сети наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха г.Нижнекамска—Наб.-Челнинское отделение комплексной лаборатории по мониторингу окружающей среды УГМС РТ, Центра Госсанэпиднадзора (ЦГ СЭН) г.Нижнекамска, санитарно-промышленной лаборатории ОАО «Нижнекамскнефтехим», отчеты промышленных предприятий, входящих в состав Закамского территориального управления Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан по форме 2тп-воздух. Исходная информация о состоянии здоровья взрослого и детского населения города Нижнекамска получены в Городском Управлении Здравоохранения, а также из медико-статистических отчетов детских дошкольных учреждений и из индивидуальных карт развития детей.

**Методическую базу** диссертации составили работы по проведению расчетного мониторинга приземного слоя атмосферы, разработанные в ГГО им. А.И. Воейкова под руководством М.Е. Берлянда, геоинформационные (ГИС-технологии), традиционные географические методы (картографический, геоэкологическое районирование, сравнительно-географический, статистический), имитационная модель движения АТС в составе автотранспортного потока, разработанная МАДИ (Московский автодорожный

урбоэкосистемах, характеризующихся широким развитием промышленного производства и интенсивным движением автотранспорта.

Автор выходит с **предложениями** по улучшению экологического состояния городской среды в основу которого должен быть положен мониторинг приземного слоя атмосферы в г. Нижнекамске:

- расширить сеть регулярных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, осуществляемых УГМС РТ в г. Нижнекамске, для получения исчерпывающей информации и для комплексной оценки качественного состояния атмосферного воздуха;
- рекомендовать проведение технических мероприятий по максимально возможной очистке выбросов ЗВ промышленными предприятиями города— НКНХ, ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и др., осуществлять максимальные выбросы ЗВ с учетом метеоусловий и сезонов года;
- рекомендовать руководству нефтехимических предприятий города минимизировать выбросы ЗВ в феврале, апреле, июле и ноябре месяцы за счет интенсификации работ в другие, что бесспорно, позволит улучшить экологическую обстановку урбоэкосистемы;
- осуществить один из вариантов проекта разгрузки основных автомагистралей города (проспекты Химиков, Вахитова, Мира, Строителей) с переносом потока грузовых автомашин и автобусов на менее загруженные дороги (улицы Студенческая, Спортивная, Шинников, Менделеева);
- рекомендовать максимально интенсифицировать озеленение города особенно в микрорайонах, где расположены жилые массивы, школьные и дошкольные учреждения;
- учитывать в градостроительстве и планировании природоохранных мероприятий города выделенные нами зоны по степени загрязнения воздуха.

Основные результаты по данной теме опубликованы **в следующих работах**:

1. Патракова Г.Р. Оценка экологического состояния воздушной среды Нижнекамского района / Г.Р. Патракова // Синграальная хирургия.— 2002.—№ 2-4.—С. 56-58.
2. Патракова Г.Р. Влияние НТП на безопасность производства и локализация вредных выбросов / Г.Р. Патракова // Организационные и социально-экономические проблемы научно-технического прогресса в РФ: Сб. ст.—Пенза, 2002.—С. 123-124.
3. Патракова Г.Р. Энергосбережение Республики Татарстан / Г.Р. Патракова // Качество жизни в трансформирующемся обществе: Сб. ст.— Набережные Челны, 2001.—С. 7-9.
4. Патракова Г.Р. Медико-экологические аспекты водных проблем Нижнекамского района / Г.Р. Патракова // Экономика, экология и общество России в XXI столетии: Сб. ст.—Нижнекамск, 2001.—С. 69-71.
5. Патракова Г.Р. Оценка загрязнения атмосферы города Нижнекамска выбросами автотранспорта / Г.Р. Патракова, Р.Н. Хурматуллина // Синграальная хирургия.—2003.—№ 3-4.—С. 48-54.
6. Патракова Г.Р. Метеорологические особенности распространения примесей в атмосфере Нижнекамского района / Г.Р. Патракова //

Коэффициент корреляции между ними достаточно высок и составляет 0,82.

Выявленные зависимости и связи позволяют планировать различные профилактические мероприятия для улучшения качества воздуха и условий жизни населения г. Нижнекамска.

**В заключении** формулируются основные выводы, вытекающие из содержания данной работы:

1. Выявлена и изучена роль метеорологических факторов, определяющих рассеивание и накопление ЗВ на территории г. Нижнекамска. Выявлено, что в некоторые периоды года складываются неблагоприятные условия для рассеивания примесей и, следовательно, уровень загрязнения атмосферного воздуха будет повышенный. Благодаря выгодному расположению промышленной зоны, рельефу местности, западному переносу воздушных масс уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Нижнекамске ниже, чем мог бы быть при других характеристиках.

2. Расчеты радиусов и площадей зон активного загрязнения показали, что основное негативное влияние на состояние природной среды Нижнекамского района оказывает комплекс нефтехимических производств и предприятия энергетики г. Нижнекамска. Обширный состав примесей, их токсичность и периодичность выбросов, способствуют более высокому значению ущерба, наносимого данными предприятиями окружающей среде.

3. Согласно методике определения концентраций, именуемой ОНД-86, был произведен расчет приземных концентраций некоторых ЗВ и, составленные карты рассеивания веществ позволили осуществить эколого-географическое районирование территории по уровню загрязнения атмосферного воздуха. Установлено, что высокий уровень загрязнения воздуха формируется в пределах промзоны, где высокая плотность размещения предприятий и происходит постоянное наложение зон рассеивания. Восточная и северо-восточная части города относятся к зоне повышенного уровня загрязнения воздуха.

4. Впервые для г. Нижнекамска проведены расчеты концентраций ЗВ на разных участках его улично-дорожной сети, а также на перекрестках и светофорах. Установлено, что уровень загрязненности воздуха находится в прямой зависимости от интенсивности движения автомобилей, типа магистралей, доли автобусов и грузовых автомобилей в потоке, а также времени горения запрещающего сигнала светофора, длины очереди на перекрестках. По расчетным и лабораторным показателям, концентрации ЗВ высоки на общегородских магистралях. Второе место по загазованности воздуха от автотранспортных средств занимают районные и грузовые магистрали.

5. Установлена тесная корреляционная связь между заболеваемостью детского населения и уровнем загрязнения воздуха основными поллютантами, что позволило выявить микрорайоны г. Нижнекамска с вредными условиями проживания.

6. Адекватные пристальные исследования, касающиеся детального изучения состояния загрязнения атмосферного воздуха, связанные со стационарными и передвижными источниками загрязнения целесообразно осуществить во всех

институт, 1994 г.), метод укрупненного расчета ущерба, корреляционный анализ.

**Научная новизна работы** заключается в том, что впервые для г. Нижнекамска исследована многолетняя изменчивость уровня загрязнения атмосферного воздуха в одном из крупнейших нефтехимических центров РФ, ситуация в котором во многом адекватна экологической обстановке, сложившейся в городах востока ЕТР, в промышленной структуре которых доминируют предприятия химической и нефтехимической отрасли. Выявлена доля каждой из отраслей промышленности в загрязнении воздушного бассейна города, произведен анализ экономического ущерба с использованием метода укрупненного расчета. В данной работе дается оценка экологической обстановки и произведено ранжирование территории по уровню загрязнения (концентрации примесей) воздушного бассейна. Сбор и систематизация информации о режиме метеорологических элементов и явлений, позволили определить рассеивание и накопление выбросов ЗВ в воздушной среде города Нижнекамска.

На базе собственных исследований автора, а также анализа картографической и фондовой информации созданы картосхемы экологической обстановки в г. Нижнекамске и прилегающей к нему территории, а также установлена статистически значимая связь между загрязнением атмосферного воздуха и заболеваемостью детского населения.

#### **Практическая значимость работы.**

Полученные результаты исследования используются при чтении лекций по дисциплинам «Экологические проблемы РТ» в Московском гуманитарно-экономическом институте (МГЭИ), «Экология», «Экономика природопользования», «Экологические основы природопользования» для студентов I курса в Институте экономики, управления и права г. Нижнекамска.

Результаты диссертации могут быть использованы в практике городского строительства и размещения промышленных объектов, для планирования и внедрения эффективных природоохранных мероприятий как в г. Нижнекамске, так и аналогичных урбоэкосистемах востока ЕТР. Методика расчетов выбросов ЗВ автотранспортными средствами в условиях улично-дорожной сети (имитационная модель движения АТС в составе транспортного потока) может быть использована при осуществлении аналогичных исследований в других городах РФ.

#### **Достоверность полученных результатов** подтверждается:

—обоснованным использованием классических методов исследования и анализа, применением большого объема исходных данных (1987-2002 гг.), большим объемом экспериментов и их статистической обработкой;  
—удовлетворительной сходимостью расчетных показателей с данными, полученными в лабораторных условиях.

#### **Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Специфика и особенности многолетней изменчивости уровня загрязнения атмосферного воздуха г. Нижнекамска, как отражение типологически

повторяющейся экологической обстановки в городах востока ЕТР, характеризующихся наличием нефтехимического комплекса.

2. Режим метеорологических элементов, определяющих рассеивание и накопление выбросов ЗВ в воздушной среде города.

3. Расчет выбросов от автотранспорта, и особенности рассеивания ЗВ на магистралях и перекрестках города.

4. Выявленная нами зависимость уровня и характера загрязнения атмосферного воздуха и заболеваемость детского населения.

5. Рекомендации по улучшению экологической обстановки в г. Нижнекамске.

#### Апробация работы.

Основные результаты выполненных исследований докладывались и обсуждались на V научно-практической региональной конференции «Профессиональные знания как фактор развития личности и общества» (Нижнекамск, ИЭУиП, 2002 г.); VI научно-практической региональной конференции (2003 г.); Межвузовской научно-практической конференции преподавателей «Экономика, экология и общество России в XXI столетии» (Нижнекамск, 2001 г.); I Всероссийской научно-практической конференции «Организационные и социально-экономические проблемы научно-технического прогресса в Российской Федерации» (Пенза, Пензенский дом знаний, 2002 г.); Региональной научно-практической конференции «Качество жизни в трансформирующемся обществе» (Наб. Челны, Институт непрерывного педагогического образования, 2001 г.); Итоговой научной конференции Казанского госуниверситета за 2002 г.; заседаниях научного семинара кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского госуниверситета (2003, 2004 гг.); Научно-практической конференции «Актуальные проблемы гуманитарных и профессиональных знаний» (Нижнекамск, Московский гуманитарно-экономический институт, 2003 г.); Межрегиональной научно-практической конференции «Инновационные процессы в области образования, науки и производства» (Нижнекамск, Нижнекамский химико-технологический институт, 2004 г.).

Публикации. Основные результаты по теме диссертации опубликованы в 9 научных печатных работах.

#### Объем и структура работы.

Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка использованной литературы, включающей 108 наименований на русском и иностранных языках. Объем работы составляет 147 страниц машинописного текста, включая 26 рисунков и 48 таблиц.

#### **Основное содержание работы**

**Во введении** обоснована актуальность исследования, научная и практическая значимость, формулируются цель и задачи исследования, показана новизна полученных результатов.

**В первой главе** дается характеристика многоотраслевой структуры хозяйства города Нижнекамска. Это район интенсивного и динамичного развития имеет множество проблем, связанных, прежде всего со

накоплением, вследствие пониженного рельефа.

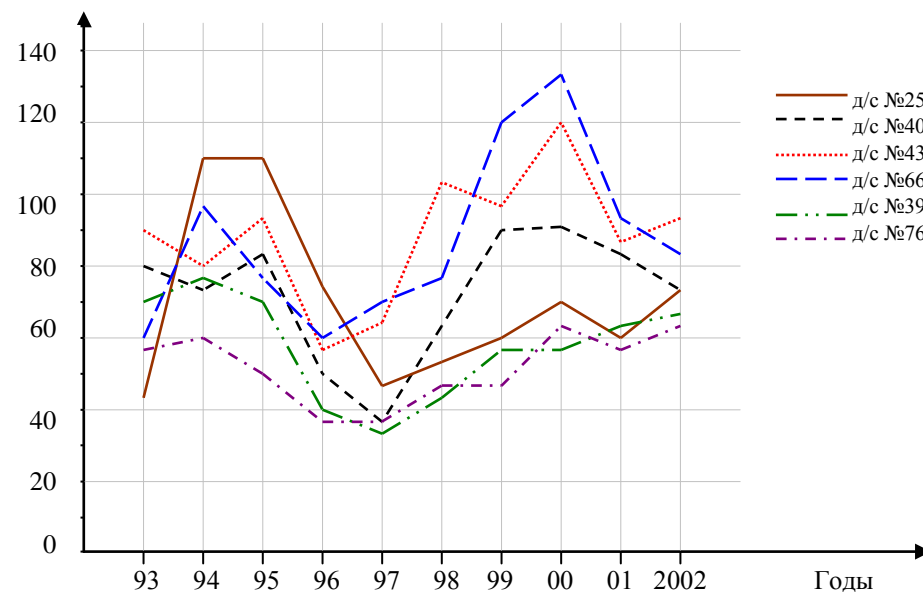


Рис. 5. Динамика уровней заболеваемости ОРЗ детей в возрасте от 3-7 лет в различных ДДУ г. Нижнекамска

Согласно данным анализа, на детскую заболеваемость в центральной части г. Нижнекамска в большей степени влияют выбросы ЗВ автотранспорта, которые в условиях плотной застройки и слабого рассеивания, создают относительно высокие концентрации. В восточных и северо-восточных микрорайонах города велико влияние ЗВ, поступающих со стороны промышленной зоны, накапливающиеся здесь, создавая их повышенные концентрации. Наоборот, самые низкие концентрации ЗВ образуются в северо-западных и юго-западных частях города. Данные микрорайоны являются наиболее удаленными от промзоны и крупнейших городских автомагистралей и, как следствие—заболеваемость в детских садах самая низкая из всех обследованных ДДУ. Результатами исследования выявлена корреляционная связь между заболеваемостью, с одной стороны, и уровнем загрязнения воздуха диоксидом азота, оксидом углерода, углеводородами, с другой стороны. Установлена сильная положительная связь между взятыми тремя факторами и заболеваемостью ОРЗ, бронхитом, гриппом у детей обеих педиатрических групп. При этом коэффициенты корреляции для детей от 1 до 3 лет колебались от 0,73 до 0,98. Особенно сильная зависимость существует между концентрациями NO<sub>2</sub> и заболеваемостью ОРЗ (P=0,98) и бронхитом (P=0,81), а также между ОРЗ и C<sub>x</sub>H<sub>x</sub>, бронхитом, гриппом (0,74; 0,73; 0,78 соответственно). Расчеты выявили влияние концентраций CO на заболеваемость гриппом.

сравнении с республиканскими значениями. Статистика свидетельствует о снижении заболеваемости взрослого населения за период с 1992 г. по 2000 г. (с 105 084 до 38 086 чел.), однако к 2002 г. заболеваемость вновь увеличилась, достигнув 105 769 чел. Анализируя динамику детской заболеваемости, можно отметить направленное ухудшение состояния здоровья детей. В структуре детской и взрослой заболеваемости регистрируются болезни органов дыхания, инфекционные и паразитарные заболевания, травмы и отравления, продолжается повышение уровня болезней крови и кровообращения, мочеполовой системы, врожденных аномалий, новообразований.

В целом общая заболеваемость в районе очень высокая. По сравнению с республиканскими показателями, заболеваемость злокачественными новообразованиями населения города и района выше на 66%, болезнями органов дыхания на 32%, болезнями эндокринной системы на 73%.

Рассмотрена также заболеваемость детей 1-7-летнего возраста по шести детским дошкольным учреждениям (ДДУ) г. Нижнекамска, характеризующихся 2-3 кратным различием превышения ПДК ЗВ. Два ДДУ располагаются в центре города, близ крупных автомобильных магистралей (д/с № 43 и № 66), еще два выбраны в сравнительно экологически чистых районах города (д/с № 76 и № 39), т.е. в юго-западной и северо-западной его частях. Детские же сады № 40 и № 25 располагаются в восточной и северо-восточной части города, т.е. ближе, чем другие к его промышленной зоне (рис. 3).

В центре города, где, как отмечалось вблизи крупных магистралей и оживленного движения автотранспорта, концентрация многих ингредиентов превышает ПДК ( $\text{NO}_2$ —1,25 ПДК,  $\text{SO}_2$ —4 ПДК, формальдегид—4-6 ПДК, аммиак—4,5 ПДК), заболеваемость детей высокая. Особенно последнее касается заболеваемости гриппом, бронхитом, пневмонией, ОРЗ в д/с № 43 и № 66 (рис. 5).

В районах расположения ДДУ №№ 76 и 39, среднегодовые концентрации ЗВ ниже предельно-допустимых значений ( $\text{CO}$ —0,2 ПДК,  $\text{NO}_2$ —0,75 ПДК). Превышение ПДК формальдегида (3 ПДК), аммиака (1,25 ПДК). Эти микрорайоны как отмечалось, наиболее удаленные от промышленной зоны, находятся ближе к водоохранной зоне. Поток автомобилей здесь, на улицах районного значения невелик и уровень заболевания всеми болезнями органов дыхания у детей д/с № 76 и № 39 по сравнению с другими ДДУ достаточно низкий.

Уровень загрязнения воздуха на улицах Спортивной (д/с № 25) и Лесной (д/с № 40) составляет:  $\text{NO}_2$ —1,18 ПДК,  $\text{CO}$ —0,36 ПДК, формальдегида—4 ПДК, аммиака—0,75 ПДК, что значительно ниже, чем на центральных магистралях города. В этом микрорайоне сравнительно небольшие потоки машин и незначительные очереди на светофорах, поэтому загазованность здесь могла бы быть еще ниже существующих значений. Она могла бы быть практически адекватной обстановке в экологически чистых районах города. Повышенная заболеваемость детей, посещающих ДДУ № 25 и № 40, связана с привнесением ЗВ со стороны промышленной зоны города и их

сверхконцентрацией производства, недостаточно развитой сферой обслуживания, с вопросами экологического характера. В промышленной зоне города оказались совмещены отрасли с наименьшим индексом экологической опасности, и в то же время с экологически наиболее опасными производствами, что в итоге делает экологическую ситуацию неблагоприятной.

Краткая природная и социально-экономическая характеристика региона заключается в оценке природно-территориальных комплексов, которые на протяжении четырех десятилетий подвергаются интенсивному воздействию стационарных и передвижных источников загрязнения.

Во второй главе рассмотрены климатические особенности территории Нижнекамского района. Характеристики многолетнего режима метеорологических элементов и явлений, а также комплексные метеорологические величины, позволили определить рассеивание и накопление выбросов ЗВ. Выявлены и основные климатические закономерности их режима.

Установлено, что в некоторые сезоны года складываются неблагоприятные условия для рассеивания примесей: слабые ветры (0-1 м/с), штиль, туманы, опасные направление ветров, что влечет за собой повышение уровня загрязнения атмосферного воздуха. Изучена многолетняя среднемесячная изменчивость загрязнения атмосферного воздуха различными ингредиентами. Анализ показал, что фоновая концентрация  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_2$ , сероводорода, фенола и формальдегида повышена при восточных направлениях ветров и штилях (при  $v < 2$  м/с) (табл. 1).

Таблица 1  
Фоновая концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе г. Нижнекамска (составлено по данным Закамского ТУ Минэкологии РТ)

Вещество	Фоновые концентрации мг/м <sup>3</sup>				
	Штиль $v < 2$ м/с	Направление ветра при $v > 2$ м/с			
		С	Ю	З	В
Пыль	0,100	0,0101	0,0010	0,100	0,1001
Диоксид серы	0,04325	0,04485	0,03510	0,01555	0,04521
Оксид углерода	3,04750	3,10150	2,8563	2,9908	3,1143
Диоксид азота	0,15280	0,16510	0,1475	0,01592	0,1695
Сероводород	0,0062	0,0068	0,0058	0,0071	0,0069
Фенол	0,0068	0,00700	0,0064	0,0075	0,0071
Формальдегид	0,01950	0,01970	0,0186	0,01990	0,0193

Рассмотрена также годовая изменчивость концентраций аммиака, углеводорода, диоксида азота и оксида углерода в городе. Атмосферный воздух здесь в первую очередь загрязнен аммиаком. Высокие в годовом ходе концентрации аммиака отмечаются на протяжении четырех месяцев (февраль, апрель, июль, ноябрь). Превышение ПДК составляет 1,5 - 2,25 раза.

Максимумы его приурочены февралю (2 ПДК), апрелю (1,85 ПДК), июлю (1,5 ПДК) и ноябрю (2,25 ПДК). Таким образом, загрязненность атмосферного воздуха аммиаком на протяжении года оказалась значительной (рис. 1а).

В годовом ходе углеводородов отмечается ярко выраженный максимум, приуроченный теплой части года (июнь-июль по 1,12 ПДК), а также к апрелю и ноябрю (однако ниже ПДК)(рис.1б). Загрязнение воздуха диоксидом азота и оксидом углерода в городе в целом оказалось невысоким, т.е. ниже значений ПДК, но пики концентраций ЗВ приходится на апрель, июль и ноябрь (рис.1в,г).

Весьма неблагоприятные условия для рассеивания примесей ЗВ в атмосферном воздухе г. Нижнекамска складываются весной, когда в апреле, когда высока частота повторяемости юго-восточных (21,4%) и восточных (7,6%) направлений ветров, слабых ветров (26%), а также наблюдается значительное количество дней с туманами (повторяемость до 15%).

Повторяемость «опасных» направлений ветров летом невелика: юго-восточные—10,4%, восточные—3,9%. Повышенная концентрация ряда веществ в этот период (углеводородов—1,1 ПДК, аммиака— 1,5 ПДК) связана с тем, что преобладают слабые ветра (25%) и штиль (32%), а также отмечаются частые туманы и дымка (28%).

Осенью (ноябрь) наблюдается повышение загрязнения воздуха всеми без исключения ингредиентами (например, аммиак—2,25 ПДК). Именно в этом месяце юго-восточные и восточные ветра составляют 16,8% и 7,4% соответственно, кроме того, наблюдается значительное число дней со слабым ветром (26%), большая повторяемость дней с туманами (9%). Все это создает в итоге повышенные концентрации всех ЗВ в воздушном бассейне города (рис. 1).

Зимой, по средним многолетним данным, высока повторяемость неблагоприятных направлений ветров (особенно в феврале — 12%, декабре — 21%), высока частота дней со слабым ветром (19%) и туманами (11%).

В работе дается оценка многолетней изменчивости уровня загрязнения атмосферного воздуха в г. Нижнекамске с привлечением индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Так, единый индекс загрязнения (Ji) в 2002 г. для NO<sub>2</sub> равен 0,84, для CO—0,79, для взвешенных веществ—0,81, аммиака—1,18, фенола—0,3, формальдегида—1,4. Суммарный же индекс загрязнения атмосферы (КИЗА<sub>4</sub>) для основных четырех ЗВ (SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, пыли) за последние пять лет сильно изменился в сторону уменьшения (с 4,64 в 1998 г. до 2,45 в 2002г.). Однако на практике чаще используют значения ИЗА пяти поллютантов, у которых эти значения наибольшие. Значения КИЗА<sub>5</sub> с 1994 г. постепенно повышались с 3,33 до 4,95 (2001г.), а в 2002г. наблюдался резкий скачок этого показателя до 9,84. Качество атмосферного воздуха в г. Нижнекамске в 2002г. по сравнению с предшествующими годами ухудшилось. Уровень загрязнения атмосферы изменился от «повышенного» до высокого. В 2002 г. г. Нижнекамск вошел в число 68 городов РФ из 220, у которых среднегодовые концентрации трех и более ЗВ,

Установленная в результате имитационного моделирования поведения АТС на перекрестках зависимость выброса (Wc) j-го загрязняющего вещества от интенсивности и состава потока имеет вид:

$$Wc_j = Jc (k_1 T_{св.} + k_2 L) , \quad (5)$$

где:  $Jc = I/2$  — интенсивность потока в узле;  $k_1$  и  $k_2$  — коэффициенты регрессии, отражающие влияние режима движения транспортного потока в районе перекрестка на выброс j-го вещества;  $T_{св.}$  — время горения запрещающего сигнала светофора;  $L$  — длина очереди перед перекрестком.

По расчетным концентрациям вредных веществ составлены схемы распределения их концентраций на перекрестках и светофорах в «час пик» (рис.4).

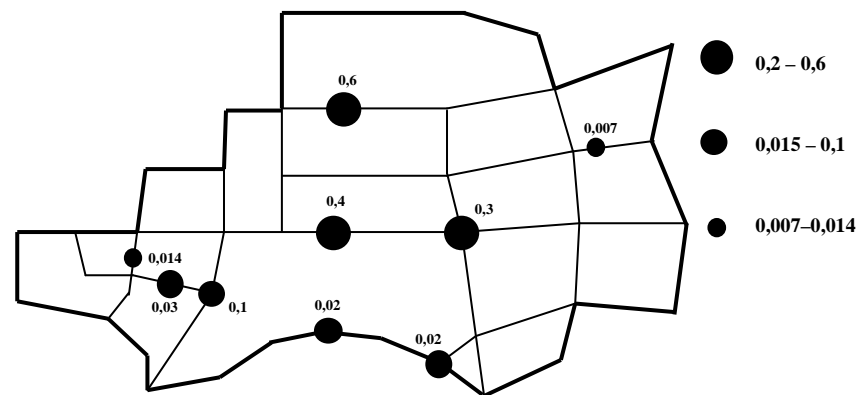


Рис. 4. Схема распределения концентраций углеводорода на перекрестках и светофорах в г. Нижнекамске в час пик, мг/м³

Таким образом, на уровень загрязнения воздуха в г. Нижнекамске влияют выбросы его промышленных предприятий, но благодаря удаленности промышленной зоны и особенностям метеорологических условий, в частности преобладающему переносу вредных примесей на восток и северо-восток, основным источником загрязнения атмосферного воздуха является автотранспорт. Этому способствуют узкие улицы, сплошная городская застройка. Недостаточное самоочищение воздуха создает предпосылки для относительно высоких концентраций ЗВ.

В пятой главе дается краткая медико-демографическая характеристика состояния здоровья населения в г. Нижнекамске. Динамика демографических показателей анализируется по рождаемости, общей и детской смертности, в



мелкодисперсных аэрозолей принимается равным 1;  $m$  и  $n$ —коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса;  $H$  (м)—высота источника выброса над уровнем земли;  $V$  (м<sup>3</sup>/с)—расход газовоздушной смеси;  $\Delta T$  (°C)—разность температуры выходящих газов и среднесуточной температуры воздуха.

Значительные превышения предельно-допустимых концентраций в воздухе общегородских магистралей наблюдается по CO<sub>2</sub> (1,6-2,1 ПДКсс.), NO<sub>2</sub> (1,25-1,3 ПДКсс.), по CO и C<sub>x</sub>H<sub>x</sub> превышений концентраций не наблюдается (рис. 3). Совершенно естественно, что загрязненность воздуха на различных участках УДС зависит от целого ряда факторов и в первую очередь от типа магистралей (общегородские, районные, грузовые, жилые), интенсивности движения транспортных средств и доли грузовых автомобилей в потоке. Расчетные и лабораторные анализы среднесуточных концентраций примесей позволяют выделить микрорайоны в г.Нижнекамске с наибольшим загрязнением воздуха, которыми являются центральные автомобильные артерии города (пр. Химиков, Мира и Вахитова).

Районы с умеренной загрязненностью воздуха—это районные и грузовые магистрали (ул. Шинников, пр. Строителей, ул. Юности, Спортивная, Лесная, Гагарина, пос. Афанасово).

К районам со слабой загазованностью воздуха относятся улицы в западной и северо-западной части города (ул. Сююмбике, Чишмале, Мурадяна, пос. Красный Ключ). Результаты работы позволили составить карты-схемы города по распределению среднесуточных максимально-разовых концентраций CO, NO<sub>2</sub>, углеводорода, формальдегида (рис.3).

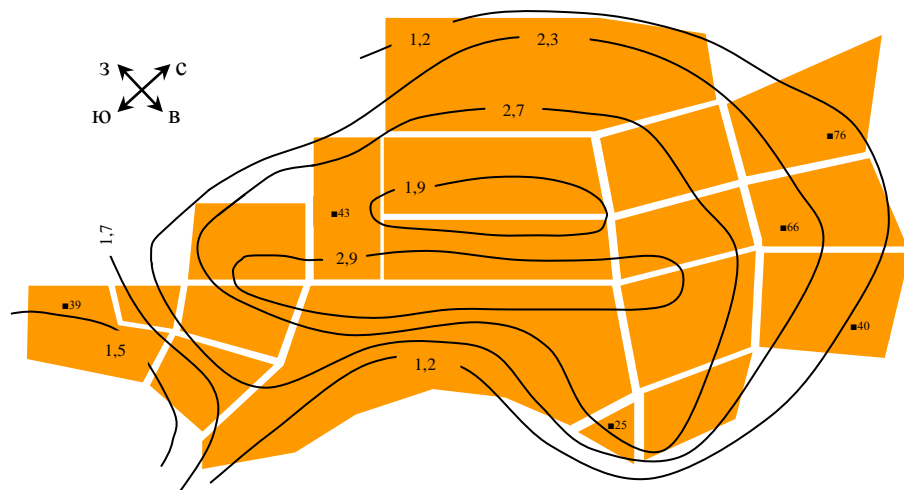


Рис. 3 Распределение среднесуточных концентраций углеводорода в атмосфере г. Нижнекамска

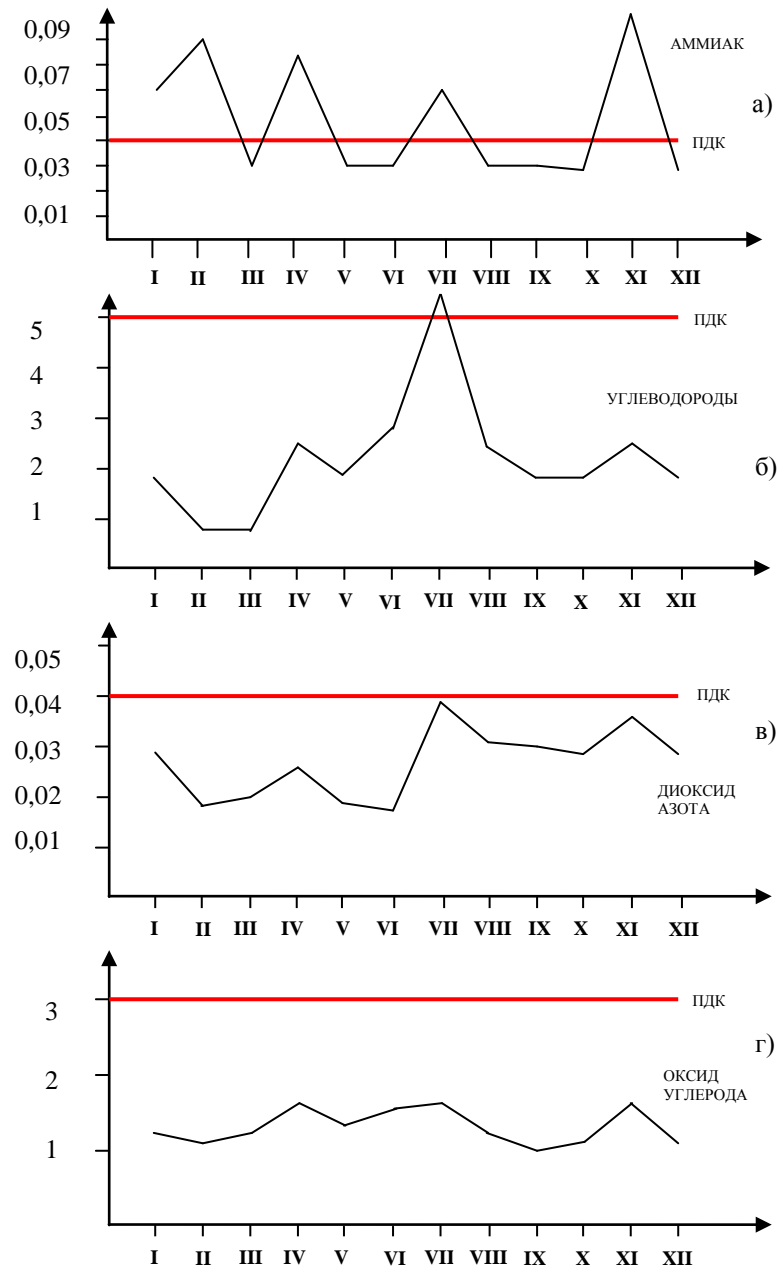


Рис. 1 Годовой ход осредненных значений концентраций ЗВ в воздушной среде г. Нижнекамска

превышают ПДК (бенз(а)пирен 2,5, формальдегид 2,3, диоксид азота 1,25 раза).

Следовательно, можно сделать вывод, что если в воздушной среде города до 2000 года преобладали оксид углерода, диоксид азота, сероводород, диоксид серы, то в последние годы резко увеличивается влияние более токсичных веществ, таких как формальдегид и бенз(а)пирен.

Анализ наблюдений за содержанием в атмосферном воздухе г. Нижнекамска специфических ЗВ, обладающих эффектом суммации, за период 1998-2002 гг. показал, что лишь суммации SO<sub>2</sub> и CO (0,51), H<sub>2</sub>S и пыли (0,93), H<sub>2</sub>S и CO (0,7), не превышают санитарно-гигиенические нормы. По целому ряду суммаций выявлено превышение в 1—3 раза.

Коэффициент самоочищения (Km), вычисленный по методике Т.Г. Селегей в 2002г. составлял 0,74, а в период с 1996 по 2001гг. варьировал от 0,46 до 0,75:

$$K_m = \frac{P_m + P_t}{P_v + P_o}, \quad (1)$$

где: P<sub>m</sub>—повторяемость скоростей ветра 0-1 м/с; P<sub>t</sub>—повторяемость туманов, P<sub>v</sub>—повторяемость дней со скоростью ветра > 6 м/с; P<sub>o</sub>—повторяемость числа дней с осадками > 0,5 мм. При K<sub>m</sub> < 0,8 условия для рассеивания примесей принято считать благоприятными. В Нижнекамске условия для самоочищения атмосферы и рассеивания примесей складываются более благоприятные, чем в более восточных районах РТ (Тукаевский, Мензелинский, Азнакаевский), где величина K<sub>m</sub> имеет значения порядка 0,86-0,96.

Таким образом, анализ фактического материала отчетливо показывает, что город Нижнекамск является самым экологически неблагоприятным в РТ по загрязнению атмосферного воздуха. Тем не менее, метеорологические факторы и выгодное географическое положение способствуют созданию условий для самоочищения атмосферы, поэтому концентрации ЗВ в городской зоне на протяжении большей части года невысокие. При неблагоприятных же метеорологических условиях, которые, чаще всего складываются в феврале, ноябре, апреле и июле, загрязненность атмосферы целым рядом поллютантов весьма значительная. Именно последнее обстоятельство заставляет рекомендовать управленческим структурам лимитировать выбросы ЗВ в эти месяцы за счет повышения объема работ в другие. В итоге реализация такой рекомендации позволит улучшить экологическую обстановку в городе и состояние здоровья его населения.

**Третья глава** состоит из трех разделов. Первый—посвящен общей характеристике выбросов предприятий различных отраслей промышленности г. Нижнекамска. Здесь анализируется динамика выбросов за длительный период времени (1989—2001 гг.) каждого из источников загрязнения по отчетам 2тп-воздух. Исходя из полученной информации, можно сделать ряд обоснованных выводов:

(АТС) в транспортном потоке, разработанной по серии расчетов МАДИ (1994г.). Для систематизации анализируемых АТС была принята классификация, используемая в Европейском Сообществе. Основные две группы АТС: М—пассажирские и Н—грузовые АТС. Каждая из них включает в себя подгруппы по количеству перевозимых пассажиров (до 8 мест, более 8 мест), по массе (< 2,5 т, до 5 т, и > 5 т), по виду используемого топлива (бензиновые, дизельные, АТС на сжиженном нефтяном газе, на сжатом природном газе).

Данные об объеме и структуре автомобильных потоков в улично-дорожной сети г. Нижнекамска получены в ГАИ с учетом последних за 1998—2002 гг. Абсолютно точную информацию о полном объеме этих потоков получить невозможно, поскольку в этом госучреждении используются эмпирические (осредненные) зависимости и статистические оценки для типичных ситуаций.

Величина погонного выброса рассчитывается по формуле:

$$W_j = A_j J, \quad (3)$$

где: A<sub>j</sub>—численный коэффициент, зависящий от доли грузовых автомобилей в потоке (табл. 5); J—интенсивность транспортного потока на перегоне.

При выполнении расчетов принималось, что автомобиль подходит к перекрестку с постоянной скоростью и после его прохождения осуществляет разгон до скорости, с которой шел к нему.

Таблица 5

Значения коэффициента A<sub>j</sub>

Доля грузовых АТС	S <sub>га</sub> > 25%	5 < S <sub>га</sub> < 25	S <sub>га</sub> < 5%
Бензиновые	0,166	0,133	0,101
Дизельные	0,030	0,0144	0,0026
Сжиженный нефтяной газ	0,0026	0,0013	0,00027
Сжатый природный газ	0,00083	0,0004	0,000046

Полученные массы выбросов позволяют рассчитать массу каждого ингредиента и их максимальную концентрацию по формуле:

$$C_m = \frac{A M F m n \eta}{H^2 \sqrt[3]{V \Delta T}}, \quad (4)$$

где: A—коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, принимается равным 160 (для Европейской территории и Урала севернее 52° с.ш.); M (г/с)—масса ЗВ, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F—безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания ЗВ в атмосферном воздухе (для газообразных ЗВ и

Таблица 4 выполнена по материалам 2002г., между тем рассматривая динамику концентраций основных ЗВ, начиная с 1981 г. можно разделить г.Нижнекамск и одноименный район по степени загрязнения воздуха: зону чрезвычайно-опасного загрязнения—т.е. промзону с санитарно-защитной зоной, расположенную на расстоянии до 3000 м от источника загрязнения; зону сильного загрязнения—оставшуюся часть санитарно-защитной зоны, а также восточная и северо-восточная части города; зону умеренного загрязнения или центральную, западную и юго-западную части г.Нижнекамска.

С учетом основных направлений ветров «след» загрязнения, естественно, смещается. Воздушные потоки подчас приводят как к увеличению концентраций ЗВ в приземном слое города, так и к их уменьшению, когда газообразные примеси выносятся в направлении от города. Ареалы загрязнения, как известно, имеют эллипсообразную форму, вследствие смещения загрязнений преобладающими ветрами. Поэтому поля загрязнения, связанные с выпадением ЗВ, лучше коррелируются с розой ветров. Тем не менее, центры высоких концентраций пространственно приурочены к источникам загрязнения.

В третьем разделе данной главы автором производится расчет экономического ущерба, наносимого каждым предприятием и отраслями промышленности города и Нижнекамского района, используя методику приближенного (укрупненного) расчета экономического ущерба (Y) от выбросов ЗВ. Для этого использована формула:

$$Y = \gamma \sigma f M, \quad (2)$$

где:  $\gamma$ —константа, численное значение которой равно 16,5 руб./усл.т (эта константа может меняться в зависимости от роста цен);  $\sigma$ —коэффициент относительной опасности, зависящий от типа территории;  $f$ —безразмерный множитель, учитывающий характер рассеивания примеси в атмосфере;  $M$ —приведенная масса годового выброса загрязнений от источника, усл. т/год.

В результате расчетов, с учетом интенсивности выбросов каждого предприятия и состава основных ингредиентов в примесях, площадь ЗАЗ и т.д., оказалось, что нефтехимическая промышленность г. Нижнекамска наносит ущерб ОС 7 018 651 руб. (62,9%), энергетика—3 646 291 руб. (32,9%), стройиндустрия—343 318,7 руб. (3,1%), агропром—118 736,9 руб. (1,1%), машиностроение—6 186,3 руб. (0,06%), деревообрабатывающая—2 628,5 руб. (0,02%), автотранспорт—12 303,9 руб. (0,12%). Несмотря на то, что ТЭЦ и химкомбинат имеют одинаково обширный ареал загрязнения, последний наносит ущерб значительно больший, поскольку на долю нефтехимических заводов приходится 68,2% суммарных выбросов города, которые характеризуются, прежде всего, обширным составом поллютантов, токсичностью примесей и регулярной периодичностью выбросов.

В четвертой главе произведен расчет выбросов передвижных источников загрязнения в условиях улично-дорожной сети (УДС) с использованием методики имитационного моделирования движения автотранспортных средств

1. Уровень загрязнения атмосферного воздуха от промпредприятий высок, а их доля в валовом выбросе всей промышленности РТ составляет 21%.

2. Выбросы предприятий химической и нефтехимической промышленности в атмосферный воздух города составляют 68,2% (из них 58% выбросов принадлежит ОАО НКНХ, 3%—НШЗ, 1,3%—НТУ, 6,5%—Татнефть), выбросы предприятий теплоэнергетики (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2) составляют 30,1%. Доля остальных отраслей промышленности невелика: машиностроение (механический завод)—0,8%, стройиндустрия (кирпичный завод, ЖБИ, АО «Железобетон», ОАО «Камэнергостройпром», завод стройматериалов и металлоконструкций)—0,5%, предприятия агропрома (две птицефабрики, молокозавод, хлебокомбинат, пивзавод)—0,2%, деревообрабатывающий комбинат—0,04%. Автотранспорт (без автомашин частного сектора)—0,19%.

Во втором разделе данной главы, с использованием «Временной типовой методики определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды», производится расчет площадей и радиусов зон активного загрязнения для основных его источников, в зависимости от технических характеристик последних (высота труб, температуры выходящих газов, объема и скорости выбросов и т.д.) (табл. 2).

Таблица 2  
Расчетные показатели радиусов и площадей зон активного загрязнения (ЗАЗ)

Завод	№ трубы	высота (м)	φ	г внутр. (км)	г внеш. (км)	S тыс.га
ТЭЦ-1	1	250	2,95	1,48	14,8	68
	2	180	2,77	0,99	9,97	30,9
	3	180	2,77	0,99	9,97	30,9
ТЭЦ-2	1	250	2,86	1,43	14,3	63,6
	2	180	2,86	1,03	10,3	32,9
НКНХ 1-зона	1	50	4,28	0,43	4,28	5,69
	2	30	4,28	0,26	2,57	2,051
	1	80	10,3	1,64	16,45	84,123
	2	50	10,3	1,03	10,28	32,85
	3	30	7,61	0,46	4,57	6,49
НШЗ	1	150	4,95	1,49	14,85	61,55
	2	50	4,28	0,4	4,28	5,7
НТУ	1	30	6,94	0,42	4,2	5,48

Как видно из приведенных данных, площадь зоны активного загрязнения (S) сильно зависит от радиусов загрязнения (r) и от поправки на подъем факела выбросов (φ).

Максимальный «след» загрязнения дают средние и высокие трубы ОАО НКНХ, НШЗ, ТЭЦ-1, ТЭЦ-2. Наибольший радиус загрязнения 16,5 км имеют

трубы ОАО НКНХ высотой 80 м. Трубы ОАО НШЗ и ТЭЦ (высота 150-250 м) имеют внешние радиусы 14,3-14,8 км. В безветренную погоду данные выбросы ЗВ достигают города и уходят далеко за его пределы (рис.2), тогда городу и району «достается» большая доля (75%) загрязняющих примесей, а меньшая рассеивается в атмосфере других административных районов РТ.

Далее произведен расчет максимальных концентраций (Cm) загрязняющих веществ по методике М.Е. Берлянда и расстояний от источника (Xm), на которых эти максимальные концентрации встречаются (табл. 3).

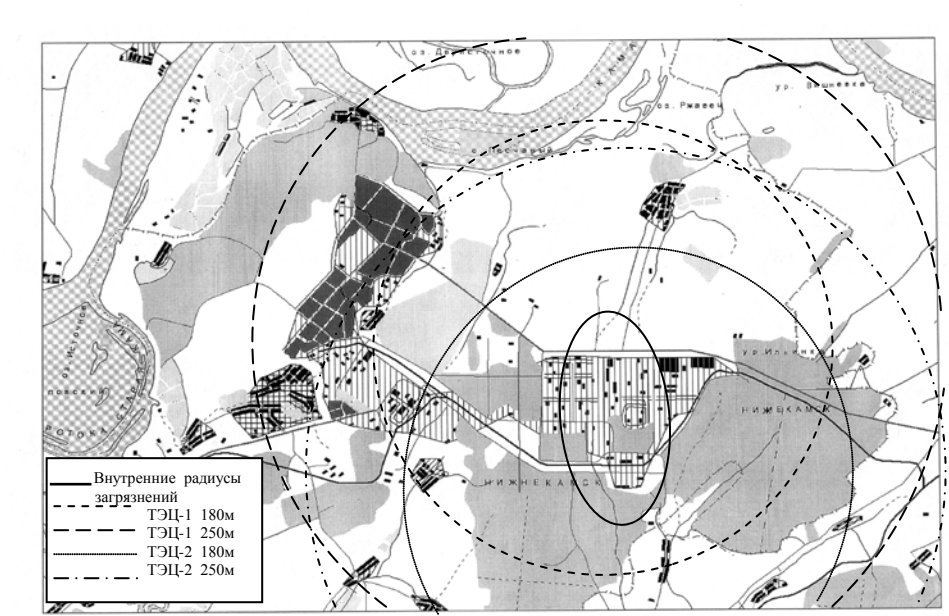


Рис. 2. Карта-схема радиусов рассеивания примесей от ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 (Масштаб 1: 110 000)

Итак, невысокие источники создают максимальные концентрации ближе к источникам выбросов. Так, низкие и средние трубы ОАО НКНХ образуют высокие концентрации газообразных веществ на расстоянии от 300 до 1700м, а аэрозолей от 200 до 1100м. Высокие же трубы создают максимальные концентрации газов на удалении 1300-3100м, а аэрозолей — 1300-2000м (табл. 3).

Таким образом, уровень загрязнения атмосферного воздуха в пределах промзоны города почти всегда весьма значительный, из-за высокой плотности размещения предприятий и постоянного наложения зон рассеивания ЗВ. Выбросы из высоких источников при небольших скоростях ветра не достигают поверхности земли и уносятся воздушными потоками за пределы района, а при выбросах из низких труб за счет турбулентного рассеивания достигают земной поверхности и формируют заметные приземные

концентрации. При наличии источников разной высоты уровень загрязнения приземного слоя воздуха будет зависеть от того, с каких высот выбросы вносят больший вклад в формирование приземных концентраций. Наиболее сильно на степень загрязнения воздуха в районе оказывают трубы высотой от 30-150 м, то есть трубы таких ОАО как НКНХ, НТУ, НШЗ.

Таблица 3  
Характеристика основных параметров выбросов ЗВ от основных источников загрязнения воздуха г. Нижнекамска

Источ-ник	V	M	Cm CO	Cm NO2	Cm NO	Cm Угл.	Cm SO2	H	Xm Газ	Xm Пыль
	м³/с	г/с	мг / м³					м	м	
НКНХ	10,1	1,16	0,756	0,046	0,742	0,142	—	80	1108	693
	18,8	0,96	0,2011	0,1433	0,196	0,050	—	120	1640	1025,3
	5,08	1,26	0,5622	0,0568	0,502	0,268	0,1037	50	651,3	407,1
	2,51	1,03	0,072	0,0249	0,003	0,028	0,0217	30	377,6	236
ТЭЦ-1	27,1	1,30	0,228	0,198	—	—	0,246	250	1343	1981,3
	17,3	1,28	0,106	0,136	—	—	0,126	180	2205	1378,1
ТЭЦ-2	22,6	1,33	0,576	0,1179	—	—	0,3841	250	3045	1903,1
	15,7	1,30	0,1431	0,1177	—	—	0,7605	180	2203	1377

В пределах города и промышленной зоны концентрации ЗВ сильно различаются. Импульсные наблюдения осуществляет ЦГ СЭН г. Нижнекамска, на протяжении 20 лет. В центральной части города мониторинг ведет Набережно-Челнинская комплексная лаборатория НОКЛМС УГМС РТ на пересечении проспектов Строителей и Химиков. В восточной части города (пр. Вахитова) контроль за качеством атмосферного воздуха осуществляет промышленная лаборатория ОАО НКНХ. В итоге распределение концентраций ЗВ на территории г. Нижнекамска и промышленной зоны нашло отражение в таблице 4 (в долях ПДК).

Таблица 4  
Максимальные концентрации ЗВ в различных частях г.Нижнекамска в 2002г., в долях ПДК (составлено по данным ЦГ СЭН, лаборатории НКНХ, УГМС РТ)

Загрязняющие вещества	Промзона	пр. Вахитова	пр. Строителей и Химиков
диоксид азота	1,5	1,13	1
углеводороды	1,08	0,54	0,34
диоксид серы	3,8	0,5	0,14
оксид углерода	1,04	0,45	0,37
формальдегид	1,6	2	2,3
аммиак	4,5	1,6	1,6
сероводород	2,88	0,5	0,13

